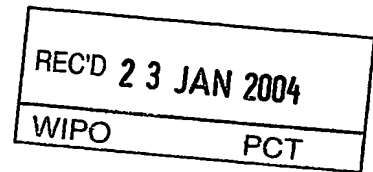


# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DE03/3921



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:**

102 60 555.6

**Anmeldetag:**

21. Dezember 2002

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**Anmelder/Inhaber:**

EADS Radio Communication Systems & Co KG,  
Ulm/DE;  
Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Erstanmelder: EADS Deutschland GmbH,  
Ottobrunn/DE

**Bezeichnung:**

System zur Hinderniswarnung für spurgeführte  
Fahrzeuge

**IPC:**

B 61 L 23/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 16. Dezember 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
im Auftrag

Agurks

BEST AVAILABLE COPY

## Zusammenfassung



Die Erfindung betrifft ein System zur Hinderniswarnung für spurgeführte Fahrzeuge, insbesondere für Hochgeschwindigkeitszüge, mit mindestens einen, an dem spurgeführten Fahrzeug angeordneten Sensor (S1,S2). Erfindungsgemäß ist der Sensor (S1,S2) quer zur Fahrtrichtung des spurgeführten Fahrzeugs (Fz) ausgerichtet, so dass potentielle Hindernisse innerhalb des Lichtraumprofils des zum Fahrweg des Fahrzeugs (Fz) benachbarten Fahrwegs erkannt werden können.

10 (Fig. 1)

21.12.02 4  
EADS Deutschland GmbH

85521 Ottobrunn

P 610 957 /DE /1

5

## System zur Hinderniswarnung für spurgeführte Fahrzeuge

Die Erfindung betrifft ein System zur Hinderniswarnung im spurgeführten Verkehr.

10 Beim Betrieb von Transportsystemen besteht unabhängig von der jeweiligen technischen Ausprägung die Anforderung, das durch die Fahrzeugbewegung vorgegebene dynamische Lichtraumprofil von solchen Hindernissen freizuhalten, deren Beschaffenheit eine potentielle Gefährdung des Betriebes an sich bzw. der Sicherheit des Betriebes (d.h. der Sicherheit von Fahrgästen, Betriebspersonal und  
15 Dritten) darstellen.

Insbesondere beim spurgeführten Verkehr, wo zum einen ein Ausweichen vor Hindernissen in der Regel unmöglich ist und es zum anderen schwieriger ist, aufgrund der langen Anhaltewege ein Fahrzeug vor einem Hindernis zum Stehen zu  
20 bringen, kommt dieser Aufgabe eine besondere Bedeutung zu.

Weiter verschärft wird die Aufgabenstellung beim spurgeführten Verkehr mit hohen Geschwindigkeiten (Rad-Schiene-Systeme wie z.B. TGV, ICE; Magnetschwebebahnen; insbesondere Transrapid):

- 25 • Die Anhalteweg ist aufgrund der hohen Geschwindigkeit wesentlich länger, d.h. vorausliegende Hindernisse müssen bereits in hoher Entfernung erkannt werden, um ein rechtzeitiges Anhalten zu ermöglichen.
- Die Detektion von Hindernissen durch den Menschen wird durch die Dynamik der Vorgänge bei der schnellen Vorbeifahrt wesentlich erschwert. Auch sind die  
30 Reaktionszeiten nach einer Erkennung gegenüber einem technischen System um Größenordnungen länger.

- Die Folgen einer Kollision mit einem Hindernis sind bei hoher Geschwindigkeit wesentlich gravierender, insbesondere auch die Gefährdung Dritter durch die vom Ort der Kollision weggeschleuderten Teile, insbesondere in dicht bebauten Regionen.

In der Regel werden daher für solche Systeme prophylaktische Maßnahmen wie z.B. das Errichten von Absperrungen und sonstige Zugangsbeschränkungen realisiert.

Das nach solchen Maßnahmen noch verbleibende Restrisiko (welches immer auch Gefährdungen durch Sabotage, Terror, Vandalismus, Unfälle benachbarter Systeme

usw. einschließt) könnte weiter vermindert werden, wenn es gelänge, potentiell gefährliche Hindernisse rechtzeitig zu erkennen. Auf der Basis dieser Information

könnte das jeweilig gefährdete Fahrzeug rechtzeitig vor dem Hindernis zum Stehen gebracht werden bzw. könnten Fahrten auf dem beeinträchtigten Gleis solange verhindert werden, bis das Hindernis sicher entfernt wurde.

Die Erkennung und Vermeidung vorausliegender Hindernisse mittels am Fahrzeug angeordneter vorausschauender Sensoren wird bei spurgeführten Hochgeschwindigkeitstransportsystemen aufgrund der Dynamik der Vorgänge als technisch kaum machbar bzw. wirtschaftlich zu aufwändig eingestuft.

Darüber hinaus wird in der **US 6,417,765** ein spurgebundener Sensorträger vorgeschlagen, der dem spurgebundenen Fahrzeug in einem ausreichenden Abstand vorausfährt, und somit das Fahrzeug rechtzeitig vor möglichen Hindernissen warnen kann. Ein solches System ist ebenfalls mit hohem technischen Aufwand verbunden.

Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein für die Anwendung in Hochgeschwindigkeitstransportsystemen geeignetes kostengünstiges und somit wirtschaftlich realisierbares System zur Hinderniswarnung zu schaffen.

Diese Aufgabe wird mit dem Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Das erfindungsgemäße System umfasst mindestens einen, an dem spurgeführten Fahrzeug angeordneten Sensor, wobei der Sensor auf den dem Fahrweg des spurgebundenen Fahrzeugs benachbarten Fahrweg ausgerichtet ist, so dass potentielle Hindernisse innerhalb des Lichtraumprofils des Nachbarfahrwegs erkannt werden können. Das erfindungsgemäße System erfasst also nicht die für das Fahrzeug unmittelbar vorausliegenden Hindernisse, sondern solche, die sich auf dem Nachbarfahrweg befinden. Da die Bahntrassen moderner Bahnsysteme mindestens zwei Fahrwege umfassen, ist die Erfindung allgemein anwendbar.

Die gewonnenen Hindernisinformationen können mit Angabe des Hindernisortes an eine Betriebszentrale weitergeleitet werden. Dies ermöglicht die gezielte Sperrung des betroffenen Fahrwegabschnitts und den gezielten (zeitsparenden) Einsatz von Räum- und Wartungsdiensten.

Alternativ oder zusätzlich kann eine Verhinderung bzw. ein Abbruch der Fahrt auf dem Nachbarfahrweg erfolgen. Bei hinreichend zuverlässiger automatischer Klassifizierung des Hindernisses kann dies auch automatisch erfolgen. Dazu ist eine Verbindung zum Betriebsleitsystem notwendig. Dies führt zu einer Entlastung des Betriebs sowie zur Unabhängigkeit von der menschlichen Reaktionszeit und Fehlerträchtigkeit.

Für die automatische Erkennung von potentiell gefährdenden Objekten auf dem querab liegenden Nachbarfahrweg während der Vorbeifahrt bei hohen Geschwindigkeiten (typischerweise 500 km/h) wird vorteilhaft eine hochauflösende abbildende Sensorik und eine schnelle Verarbeitung der anfallenden Daten angewandt.

Der Sensor kann insbesondere ein optischer Sensor, z.B. ein IR-Sensor oder ein Radarsensor sein.

Möglich ist z.B. die Detektion von Objekten ab einer als kritisch anzunehmenden Größe. In der Regel ist jedoch nicht die Größe des Objekts entscheidend, sondern seine Masse und Konsistenz. Deshalb kann die Größe allein nur einen Anhaltswert liefern. Daher ist der Einsatz von Bildverarbeitungs- und Mustererkennungsverfahren

sinnvoll, um eine Trennung kritischer von unkritischen Objekten zu ermöglichen (z.B. ist ein auf dem Fahrweg sitzender großer Vogel nicht als kritisches Hindernis für einen Hochgeschwindigkeitszug zu werten, wohl aber ein Betonteil gleicher Größe).

- 5 Alternativ könnte aber auch die Übertragung des Bildes in die Betriebszentrale zur Beurteilung des Hindernisses und Festlegung geeigneter Maßnahmen durch den Menschen erfolgen.

- 10 Eine besonders vorteilhaften Ausführung des erfindungsgemäßen Systems ist die Anordnung jeweils eines Sensors am Zuganfang und eines Sensors am Zugende. Es kann angenommen werden, dass „harmlose“ Objekte, die zwar aufgrund ihrer Größe eine Alarmmeldung erzeugen, jedoch aufgrund ihrer Beschaffenheit keine Gefahr darstellen, durch den Fahrtwind von dem Fahrweg weggeschleudert, d.h. entfernt, werden. Durch eine Korrelation der Sensorinformation am Zuganfang mit der
- 15 jeweiligen Sensorinformation am Zugende kann festgestellt werden, ob ein Objekt im Beobachtungsraum noch nach Vorbeifahrt des Zuges am gleichen Ort vorhanden ist. Sollte dies der Fall sein, so kann in erster Näherung davon ausgegangen werden, dass es sich um ein Objekt mit Gefahrenpotential handelt.

- 20 Das Zusammenspiel verschiedener Sensoren (Sensor-/Datenfusion) kann erforderlich sein, um die Entdeckungswahrscheinlichkeit zu erhöhen bzw. die Falschalarmrate zu senken; z.B. die Kombination von optischen Sensoren (z.B. Infrarot-Sensoren) mit Radarsensoren.

- 25 Zusammengefasst ergeben sich somit die folgenden Vorteile des erfindungsgemäßen Systems:

- Verminderung des von Hindernissen auf dem Fahrweg ausgehenden Risikos beim Betrieb spurgeführter Verkehrssysteme;
  - Bei automatischer Detektion und Reaktion Entlastung des Betriebes, Vermeidung
- 30 der menschlichen Reaktionszeit und Fehlerträchtigkeit.

Vorteilhafte Nebeneffekte:

Bei hinreichend hoher Auflösung könnte ein für die Hinderniswarnung eingesetztes System auch anderen Zwecken dienen, z.B.

- der allgemeinen Beurteilung der Qualität des Fahrweges, um ggf. Wartungsmaßnahmen gezielt auszulösen (Condition Monitoring)
- der automatischen Erkennung von Absenkungen/Versätzen/Verwerfungen aufgrund seismischer Effekte
- zur Gewinnung von Rückschlüssen auf die Fahrdynamik anhand der Auswertung von Sensordaten, die sich auf ortsfeste Referenzmarken beziehen (auch zur Ortung des Zugs einsetzbar)

10 In den angesprochenen Fällen müssten die von der Sensorik aktuell erzeugten Daten mit zuvor abgespeicherten Referenzdaten verglichen werden.

Die Erfindung wird anhand eines konkreten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen in jeweils schematischer Darstellung:

- 15 Fig. 1 ein erfindungsgemäßes System zur Hinderniswarnung,  
Fig. 2 eine Auswerteeinheit zur Verarbeitung der Sensordaten.

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes System zur Hinderniswarnung. Das  
20 spurgebundene Fahrzeug Fz, z.B. eine Magnetschwebbahn, bewegt sich entlang Spur A. Im Bereich des vorderen sowie des hinteren Endes des Fahrzeugs Fz ist jeweils ein Sensor S1, S1 angebracht, deren Blickrichtung quer zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs Fz ausgerichtet ist, so dass Hindernisse auf der benachbarten Spur B  
detektiert werden können. In der gezeigten Ausführung ist der Winkel zwischen der  
25 Fahrtrichtung des Fahrzeugs Fz und der Blickrichtung der Sensoren zu ca. 90° gewählt. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch andere Winkel gewählt werden können (z.B. mit einer Abweichung von der exakten Querrichtung um  $\pm 30^\circ$ ), solange sichergestellt werden kann, dass die Sensoren noch das Lichtraumprofil der benachbarten Spur B abdecken.

30

Da spurgeführte Systeme grundsätzlich richtungsunabhängig, d.h. in beide Fahrtrichtungen eingesetzt werden können, besteht ein weiteres – nicht abgebildetes

9

- 6 -

- Ausführungsbeispiel darin, die erforderliche Sensorik mit entsprechender Auswertungs Elektronik in beiden Querrichtungen auf dem Fahrzeug Fz zu montieren.

Ein möglicher Aufbau für die zugehörige Auswerteschaltung ist in Fig. 2 dargestellt.

5 Die Sensordaten der beiden Sensoren S1, S1 (Fig. 1) werden zunächst getrennt jeweils einer Signal-/Bildverarbeitungseinheit S/B1, S/B2 zugeführt. Um die Falschalarmrate zu vermindern, erfolgt anschließend eine Korrelation/Bildvergleich der Sensordaten von Sensor S1 und S2. Die Sensordaten eines der beiden Sensoren müssen zuvor mit einer Zeitverzögerung (Verzögerungseinheit DT)

10 beaufschlagt werden, die proportional dem Quotienten aus Abstand der montierten Sensoren S1,S1 im Fahrzeug Fz und der gemessenen Geschwindigkeit v ist.

Im Schwellwertdetektor SD erfolgt dann ein Vergleich der Sensordaten mit einer vorgegebenen Schwelle, wobei bei Überschreitung eine Alarmmeldung ausgegeben

15 wird.



## Patentansprüche

1. System zur Hinderniswarnung für spurgeführte Fahrzeuge, insbesondere für Hochgeschwindigkeitszüge, mit mindestens einen, an dem spurgeführten Fahrzeug angeordneten Sensor (S1,S2), **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensor (S1,S2) quer zur Fahrtrichtung des spurgeführten Fahrzeugs (Fz) ausgerichtet ist, so dass potentielle Hindernisse innerhalb des Lichtraumprofils des zum Fahrweg des Fahrzeugs (Fz) benachbarten Fahrwegs erkannt werden können.
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (S1,S2) unter einem Winkel von im wesentlichen 90° zur Fahrtrichtung des spurgeführten Fahrzeugs (Fz) ausgerichtet ist.
3. System nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (S1,S2) ein optischer Sensor, insbesondere ein IR-Sensor und/oder ein Radarsensor ist.
4. System nach Anspruch nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Sensorentypen vorhanden sind, deren Sensordaten in die Auswertung einbezogen werden.
5. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mindestens zwei Sensoren (S1,S2), welche bezogen auf die Fahrtrichtung einen Abstand zueinander aufweisen, und eine Korrelationseinrichtung (KO), in der eine Korrelation der Sensordaten der beiden Sensoren (S1,S2) erfolgt.
6. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das spurgeführte Fahrzeug (Fz) eine Bahn nach dem Prinzip Schiene/Rad oder eine Magnetschwebbahn ist.

7. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoren (S1,S2) in beide Querrichtungen des spurgeführten Fahrzeugs (Fz) ausgerichtet sind.
- 5 8. Verwendung eines Systems nach einem der vorangehenden Ansprüche zur Beurteilung der Qualität des Fahrweges, zur automatischen Erkennung von geländemäßigen Besonderheiten entlang des Fahrwegs, zum Rückschluss auf die Fahrdynamik des Fahrzeugs und zur Fahrzeugortung.

Fig. 2

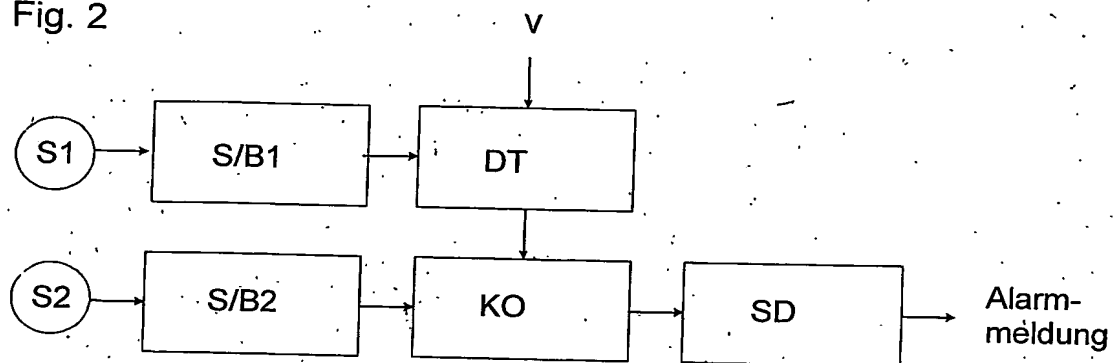
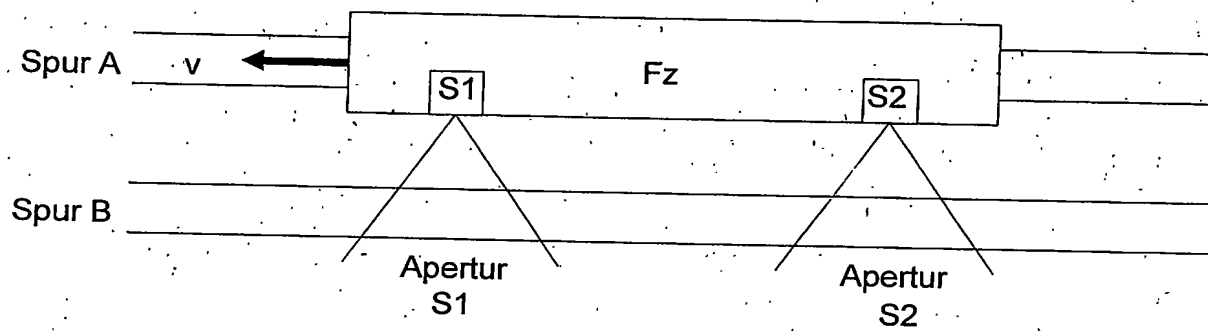


Fig. 1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**